

Innovando Vida: Diseño Estructural de Prótesis

Transtibial de Bajo Costo con FEM y FEV

Ingeniería | Ingeniería mecatrónica | Aprendizaje Basado en Retos

Descripción

Este plan de clase está diseñado para que estudiantes universitarios de ingeniería mecatrónica apliquen sus conocimientos en modelamiento numérico mediante software especializado, enfocándose en el diseño estructural de un componente de prótesis transtibial de bajo costo. A través de un reto real, los estudiantes explorarán las bases numéricas del método de elementos finitos (FEM) y volúmenes finitos (FEV), comprendiendo sus etapas y cómo estas técnicas contribuyen al diseño eficiente y funcional de elementos de ingeniería. Este aprendizaje es crucial no solo para su formación académica sino también para su futura práctica profesional, dado el creciente interés en soluciones accesibles y tecnológicamente avanzadas en el área de la salud. Al enfrentarse a un problema tangible, desarrollarán habilidades en análisis, modelamiento y uso de software, integrando conocimientos teóricos con aplicaciones prácticas que impactan directamente en la calidad de vida de personas con discapacidad. Además, se fomentará el pensamiento crítico y la creatividad para resolver retos reales, conectando la ingeniería asistida por computador con necesidades sociales actuales.

Objetivos de Aprendizaje

- Aplicar técnicas de modelamiento mediante software especializado para simular el comportamiento estructural de un componente de prótesis transtibial.
- Analizar las bases numéricas del método de elementos finitos y volúmenes finitos para comprender su aplicación en el diseño de elementos de ingeniería.
- Diseñar un modelo estructural funcional y optimizado de un componente de prótesis transtibial bajo restricciones de costo y materiales.
- Evaluar críticamente los resultados de simulaciones FEM y FEV para validar la viabilidad del diseño propuesto.

Recursos Necesarios

- Computadoras con software especializado instalado (por ejemplo, ANSYS, Abaqus, COMSOL Multiphysics o similar).
- Acceso a internet para consulta de materiales y bases de datos técnicas.
- Proyector y pantalla para presentaciones.
- Material de apoyo impreso o digital sobre fundamentos de FEM y FEV (resúmenes, esquemas).
- Ejemplo de archivo base modelo CAD de un componente protésico.
- Calculadora científica o software para cálculos complementarios.

- Cuaderno o software de notas para registro de observaciones y análisis.

Requisitos Previos

- Conocimientos básicos de mecánica de materiales y resistencia de materiales.
- Familiaridad previa con conceptos de modelamiento numérico y simulación computacional.
- Habilidades básicas en manejo de software CAD y de simulación FEM/FEV.
- Comprensión de principios matemáticos fundamentales aplicados en métodos numéricos.
- Experiencia previa en cursos relacionados con ingeniería asistida por computador o modelamiento.

Actividades

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 10 minutos

Propósito de la sesión

Docente: "Hoy exploraremos cómo aplicar métodos numéricos para diseñar un componente crítico de prótesis transtibial que sea accesible y funcional, usando herramientas informáticas que dominan. Esta habilidad es esencial para desarrollar soluciones innovadoras en ingeniería mecatrónica." **Estudiantes:** Escuchan atentamente y toman nota del objetivo general.

Activación de conocimientos previos

Docente: "Para comenzar, consideren esta pregunta: ¿Qué entienden por método de elementos finitos y cómo creen que puede ayudar a diseñar estructuras complejas como una prótesis? Tomen 3 minutos para escribir sus ideas y luego compartan con un compañero."

Estudiantes: Responden individualmente y luego discuten en parejas por 3 minutos.

Motivación y enganche

Docente: "Sabían que más del 80% de las prótesis a nivel mundial no son accesibles para personas en países con bajos recursos? Hoy tienen la oportunidad de contribuir a cambiar esta realidad con sus habilidades técnicas y creativas."

Contextualización

Docente: "El diseño estructural que abordaremos hoy conecta directamente con la vida real, donde un diseño eficiente puede mejorar significativamente la movilidad y calidad de vida de muchas personas. Además, aprenderán a usar técnicas computacionales que son estándar en la industria y la investigación."

Resumen Fase de Inicio

Estudiantes: Participan activamente aportando ideas y comprendiendo el valor social y técnico del reto.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 40 minutos

Presentación del contenido

Docente: "Vamos a enfrentar un reto: diseñar y simular un componente estructural para una prótesis transtibial de bajo costo. Para ello, aplicaremos los métodos de elementos finitos y volúmenes finitos para modelar y analizar su comportamiento. Ustedes trabajarán en grupos de 3-4 personas, usarán software especializado para modelar y simular, y validarán sus resultados."

Actividad 1: Análisis del reto y planificación

- **Objetivo:** Comprender el problema y planificar el modelado.
- **Instrucciones:**
 - **Docente:** "Formen grupos de 3-4. Reciban un dossier con especificaciones y restricciones del componente a diseñar. Analicen en conjunto los requerimientos estructurales y materialidad. Definan qué aspectos modelarán y qué tipo de análisis realizarán."
 - **Estudiantes:** Analizan el documento, discuten y elaboran un plan de trabajo breve.
- **Organización:** Grupos de 3-4 estudiantes.
- **Producto:** Plan de modelado estructural escrito o digital.
- **Tiempo:** 10 minutos.
- **Rol docente:** Facilita, responde dudas, guía preguntas como "¿Qué propiedades mecánicas son críticas? ¿Qué condiciones de carga deben simular?"

Actividad 2: Modelado y simulación con software FEM/FEV

- **Objetivo:** Aplicar conocimientos en software para crear y simular el modelo estructural.
- **Instrucciones:**
 - **Docente:** "Utilicen el software para construir el modelo CAD del componente y realizar la simulación mediante FEM o FEV. Ajusten parámetros como malla, condiciones de frontera y carga. Documenten el proceso y resultados preliminares."
 - **Estudiantes:** Trabajan en el modelado y simulación, aplicando conceptos técnicos y resolviendo problemas prácticos.
- **Organización:** Grupos de 3-4 estudiantes.
- **Producto:** Archivo del modelo y reporte breve de resultados.
- **Tiempo:** 20 minutos.

- **Rol docente:** Observa, responde dudas técnicas, plantea preguntas para reflexión: "¿Cómo afecta la malla al resultado? ¿Qué diferencias notan entre FEM y FEV?"

Actividad 3: Evaluación crítica y optimización

- **Objetivo:** Evaluar la viabilidad y optimizar el diseño basado en los resultados de la simulación.
- **Instrucciones:**
 - **Docente:** "Analicen los resultados y identifiquen posibles mejoras para reducir peso o costos sin sacrificar resistencia. Discutan alternativas y realicen ajustes rápidos en el modelo."
 - **Estudiantes:** Evalúan, proponen y aplican modificaciones al modelo, documentando cambios y justificaciones.
- **Organización:** Grupos de 3-4 estudiantes.
- **Producto:** Versión optimizada del modelo y resumen de mejoras.
- **Tiempo:** 10 minutos.
- **Rol docente:** Facilita discusión, sugiere enfoques de optimización, estimula pensamiento crítico.

Diferenciación

- **Para estudiantes avanzados:** Proponer análisis adicionales como estudio de fatiga o simulación dinámica.
- **Para estudiantes con dificultades:** Proveer tutoriales paso a paso, apoyo individualizado y simplificación de la simulación inicial.

Transiciones

Docente: "Ahora que han modelado y optimizado un componente clave, vamos a consolidar lo aprendido y reflexionar sobre cómo aplicar estos conocimientos en futuros proyectos."

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 10 minutos

Síntesis

Docente: "Vamos a realizar un mapa mental colectivo en la pizarra. Por favor, compartan las tres ideas clave que aprendieron hoy sobre modelamiento estructural y simulación."

Estudiantes: Participan aportando ideas para construir el mapa mental.

Reflexión metacognitiva

Docente: "Respondan por escrito a estas preguntas:

- ¿Cómo aplicaron el método de elementos finitos o volúmenes finitos para resolver un problema real?
- ¿Qué dificultades encontraron y cómo las superaron?
- ¿Cómo creen que este aprendizaje impacta su formación y futura práctica profesional?

Estudiantes: Escriben sus respuestas breves para autoevaluar su aprendizaje.

Retroalimentación

Docente: Proporciona comentarios inmediatos sobre los productos entregados, destacando fortalezas y áreas de mejora, y responde preguntas finales.

Transferencia

Docente: "Este conocimiento será fundamental para analizar y diseñar otras estructuras mecánicas complejas y para proyectos interdisciplinarios. En futuras sesiones, profundizaremos en simulaciones avanzadas y aplicaciones reales."

Tarea o reto

Docente: "Como tarea, investiguen un caso real de prótesis transtibial y preparen un breve informe sobre los materiales y métodos de diseño utilizados, relacionándolos con lo aprendido hoy."

Evaluación

Tipo de evaluación:

- Diagnóstica: Durante la fase de Inicio, a través de la activación de conocimientos previos.
- Formativa: A lo largo de la fase de Desarrollo, mediante observación directa, revisión de planes y modelos, y participación en actividades.
- Sumativa: En la fase de Cierre, con la evaluación de productos finales (modelos, reportes, reflexiones) y respuestas a preguntas metacognitivas.

Criterios de evaluación:

- Aplicación correcta de técnicas de modelamiento en software para simular componentes estructurales (Objetivo 1).
- Comprensión demostrada de las bases numéricas de FEM y FEV y su aplicación práctica (Objetivo 2).
- Capacidad para diseñar y optimizar un modelo estructural bajo restricciones (Objetivo 3).
- Evaluación crítica y justificación de resultados de simulaciones (Objetivo 4).

Instrumentos sugeridos:

- Lista de cotejo para verificar cumplimiento de pasos en modelado y simulación.
- Rúbrica para evaluar calidad y funcionalidad del diseño estructural y reporte asociado.
- Observación directa y notas de participación durante el trabajo en grupo.
- Autoevaluación escrita mediante preguntas de reflexión.

Evidencias de aprendizaje:

- Plan de modelado estructural entregado por grupos.
- Archivos digitales de modelos y simulaciones realizados.
- Reportes breves con análisis y optimizaciones aplicadas.

- Respuestas reflexivas sobre aprendizaje y aplicación práctica.